



MARTES TÉCNICO:

Equilibrado Hidráulico con bombas de caudal variable

Oscar Fernandez : ofdoctor@grundfos.com

Rodrigo Ballesteros : rballesteros@grundfos.com

Jordi Caballol Pérez : jcaballol@grundfos.com





Jornada formativa de Bombeo

8 de Abril 2026



Bienvenida e Introducción

Oscar Fernández, Rodrigo Ballesteros y Jordi Caballol



Definición y Normativa

Jordi Caballol



Tipos de equilibrado y sus ventajas

Jordi Caballol

Mejoras e importancia de la puesta en marcha

Jordi Caballol

Agradecimientos y Clausura

Oscar Fernández, Rodrigo Ballesteros y Jordi Caballol



Definición de equilibrado hidráulico

El equilibrado hidráulico es el proceso por el cual se **ajusta y regula el caudal de agua en una instalación hidráulica** (calefacción, refrigeración, climatización o agua sanitaria)

para que cada circuito o emisor reciba exactamente el caudal necesario según su diseño.

Impacto en confort y eficiencia

Un sistema equilibrado garantiza temperaturas uniformes y reduce sobreflujo y consumos energéticos evitando pérdidas.

Protección y diagnóstico del sistema

El equilibrado reduce ruidos, vibraciones y desgaste, además ayuda a detectar errores de diseño y control.

Cambio de paradigma en sistemas modernos

En caudal variable, el equilibrado es clave para estabilidad hidráulica y evita aplicar soluciones obsoletas.



Ayudemos a los clientes



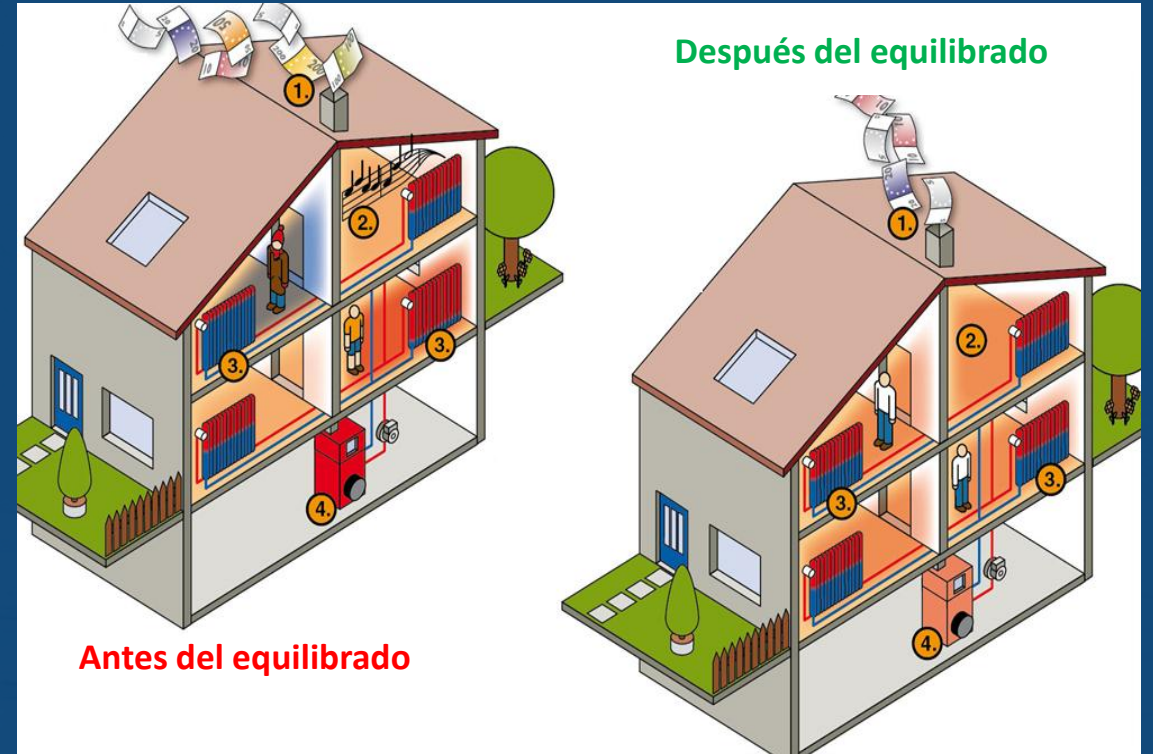
Los propietarios suelen quejarse de:

No hay calefacción en casa

Radiadores ruidosos

Una habitación está demasiado fría mientras que otras están demasiado calientes

Algunas partes de una habitación están demasiado calientes mientras que otras están demasiado frías



Balanceo hidráulico: ¿Sabías que...

El equilibrio hidráulico puede ofrecer

- **15% DE LA ENERGÍA TÉRMICA PRODUCIDA POR LA CALDERA***
- **EL 25% DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA CONSUMIDA POR LAS BOMBAS****

Para el propietario, esta puede ser la solución más económica en comparación con otros costes para el ahorro, como el cambio de caldera, el cambio de ventanas o la instalación de aislamiento en las paredes

*Irrek, W.: Optimierung der Heizungssysteme und hocheffiziente Umwälzpumpen in größeren Gebäuden

**Hirschberg, R.: Auslegung und dynamischer Betrieb von Wärmeverteilsystemen. In: TGA Kongress

Marco Normativo en España:



Marco normativo RITE

El RITE regula el diseño, ejecución y mantenimiento de instalaciones térmicas en edificios en España.

Eficiencia energética y control

El reglamento exige sistemas que ajusten la potencia según la demanda y eviten consumos innecesarios. Referencia a la necesidad de limitar las pérdidas energéticas y de garantizar el correcto reparto de caudales

Modificaciones 2021

Las recientes modificaciones refuerzan la eficiencia estacional y alineación con directivas europeas de descarbonización.

Soluciones técnicas recomendadas

El bombeo de caudal variable y válvulas de equilibrado son claves para cumplir con los objetivos del RITE.

Otras normativas relevantes en eficiencia energética

Real Decreto 56/2016

Obliga a empresas a realizar **auditorías energéticas** y proponer mejoras, centrando en el **bombeo** como consumidor eléctrico clave.

Real Decreto 390/2021

Regula la **certificación de eficiencia** energética **penalizando** sistemas ineficientes **y premiando** soluciones con buen comportamiento estacional.

Código Técnico de la Edificación

Establece **límites de consumo** y fomenta sistemas de alta eficiencia, condicionando la selección de **sistemas hidráulicos eficientes**.

Impacto conjunto de normativas

Todas las normativas impulsan soluciones que reducen consumo eléctrico, mejoran control y aseguran suministro energético eficiente.

Zonificación climática de España y su impacto tras normativas relevantes en eficiencia energética

Diversidad Climática en España

La zonificación climática de España, definida en el CTE mediante combinaciones de letras y números representan severidad climática de invierno y verano

Funcionamiento en Carga Parcial

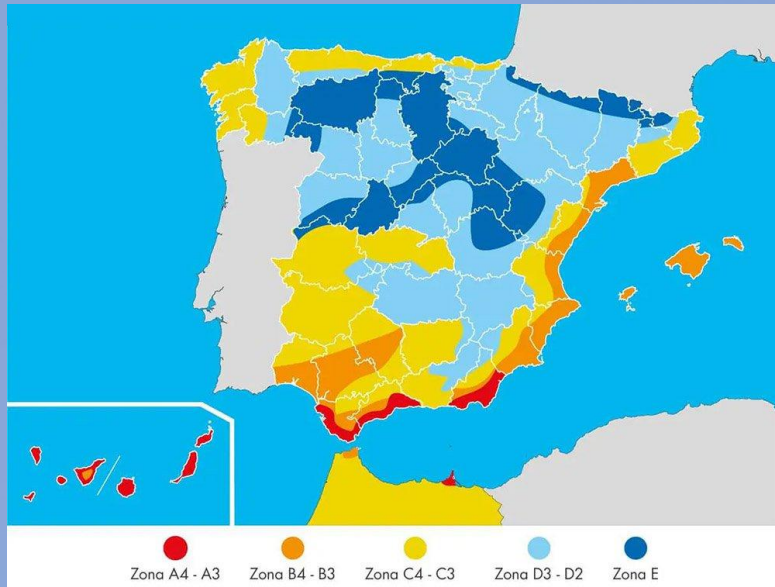
La mayoría del tiempo, las instalaciones HVAC operan por debajo del 50% de la carga nominal, no en carga máxima.

Importancia del Bombeo Variable

El bombeo de caudal variable es esencial para **adaptar el sistema a la demanda real** y evitar sobredimensionado energético.

Estrategias de Control y Ahorro

La zonificación climática apoya estrategias de control avanzadas y estimación de ahorros energéticos potenciales. Obliga a empresas a realizar auditorías energéticas y proponer mejoras, centrandose en el bombeo como consumidor eléctrico clave.



Conceptos básicos de bombeo hidráulico



Definición de Caudal y Altura

El **caudal indica la cantidad** de fluido que circula, mientras que la **altura** manométrica representa **la energía** que la bomba debe aportar.

Pérdidas de Carga en el Sistema

Las **pérdidas por rozamiento** en tuberías, válvulas y accesorios afectan la energía necesaria para el bombeo.

Leyes de Afinidad en Bombas

Las leyes relacionan velocidad, caudal, altura y potencia, siendo la **potencia proporcional al cubo de la velocidad**.

Ventajas del Bombeo a Caudal Variable

Reducir la **velocidad** disminuye el consumo eléctrico significativamente, **optimizando** la eficiencia del **sistema**.



Bombeo a **caudal fijo**: características y limitaciones

Funcionamiento a velocidad constante

La bomba opera a velocidad fija, diseñada para la carga máxima y el terminal más lejano en la instalación HVAC.

Regulación mediante válvulas manuales

El caudal se regula con válvulas manuales o de control que estrangulan el flujo en los ramales o terminales.

Limitaciones energéticas y operativas

El consumo eléctrico permanece alto y el estrangulamiento genera pérdidas, ruido, desgaste y afectación al confort.

Impacto en costos y normativas

Aunque inversión inicial baja, los costos operativos y la incompatibilidad con normas actuales de eficiencia son mayores.

Bombeo a **caudal variable**: principios y ventajas



Adaptación continua de velocidad

El bombeo ajusta la velocidad según la demanda real usando variadores y control de presión o caudal.

Ahorro energético significativo

Disminuir la velocidad reduce consumo energético hasta un 50 %, optimizando sistemas HVAC.

Mejora del confort y durabilidad

Reduce ruido, mejora el confort ambiental y alarga la vida útil al disminuir el estrés mecánico.

Retorno de inversión económico

Inversión inicial mayor se compensa con rápido retorno en instalaciones de uso prolongado.

Comparativa energética y económica



Consumo energético a **carga parcial**

Las bombas de caudal variable **reducen** significativamente el **consumo eléctrico** en condiciones de carga parcial, mejorando la eficiencia energética.

Ahorros económicos y **OPEX**

El bombeo a caudal variable puede ahorrar **entre un 30 % y 50 %** en consumo eléctrico anual, reduciendo los costes operativos del sistema.

Inversión y retorno económico

El **CAPEX** adicional por variadores es moderado y el **retorno** de inversión suele ser entre dos y cuatro años.

Beneficios adicionales y normativas

El bombeo variable **mejora la calificación energética** y cumple con normativas, aportando valor añadido al edificio.

Alta eficiencia energética

Las bombas Grundfos cuentan con **motores clase IE5** y variadores que optimizan el consumo energético en sistemas HVAC.

Control hidráulico avanzado

Permiten controlar **presión diferencial** de forma **proporcional**, constante o mediante señales externas desde **BMS**.

Funciones de **diagnóstico y mantenimiento**

Incorporan monitorización y diagnóstico que **facilitan la puesta en marcha y detección de problemas**.

Importancia del **equilibrado hidráulico**

Un sistema hidráulico **bien equilibrado** es esencial para **aprovechar** al máximo las **ventajas** de estas bombas.



Tipos de equilibrado, válvulas y modos de control de bombas

Equilibrado hidráulico su importancia



Concepto de equilibrado hidráulico

El equilibrado asegura que cada ramal y terminal recibe el caudal de diseño exacto bajo condiciones operativas previstas.

Consecuencias de un mal equilibrado

El desequilibrio genera sobrecaudal en ramales cercanos y falta de caudal en los lejanos, causando ruidos y consumo excesivo.

Métodos tradicionales y modernos

El equilibrado manual con válvulas estáticas es laborioso; las válvulas automáticas mejoran robustez y reducen complejidad.

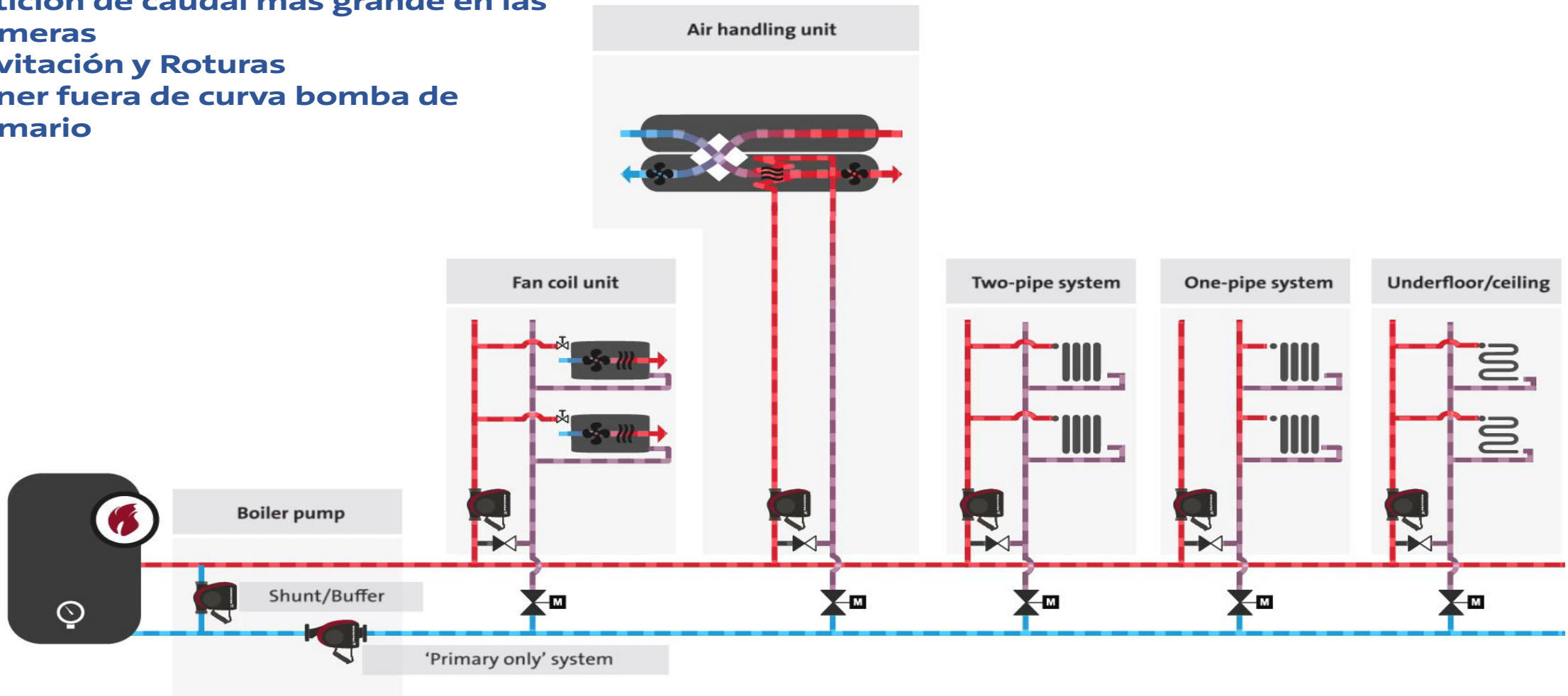
Importancia para eficiencia energética

El equilibrado hidráulico es un requisito indispensable para garantizar ahorro energético y confort en sistemas HVAC.

¿Que pasa si no equilibramos bien?

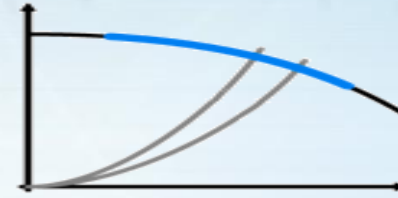


- Ultimas Bombas del ramal
- Petición de caudal más grande en las primeras
- Cavitación y Roturas
- Poner fuera de curva bomba de primario

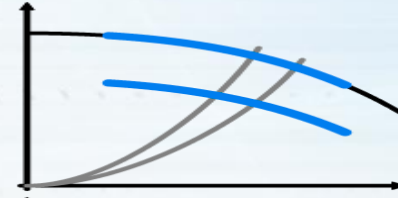


Modos de Control: Bombas Caudal Variable

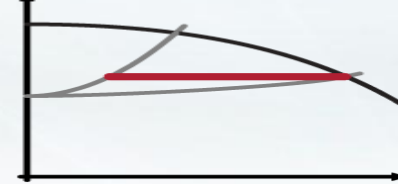
No controlada



Curva constante



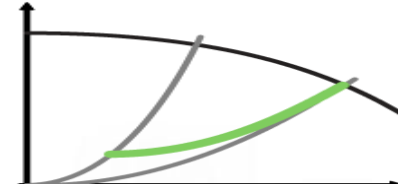
Presión constante



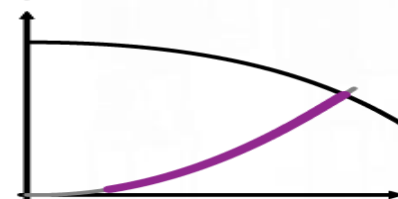
Presión proporcional



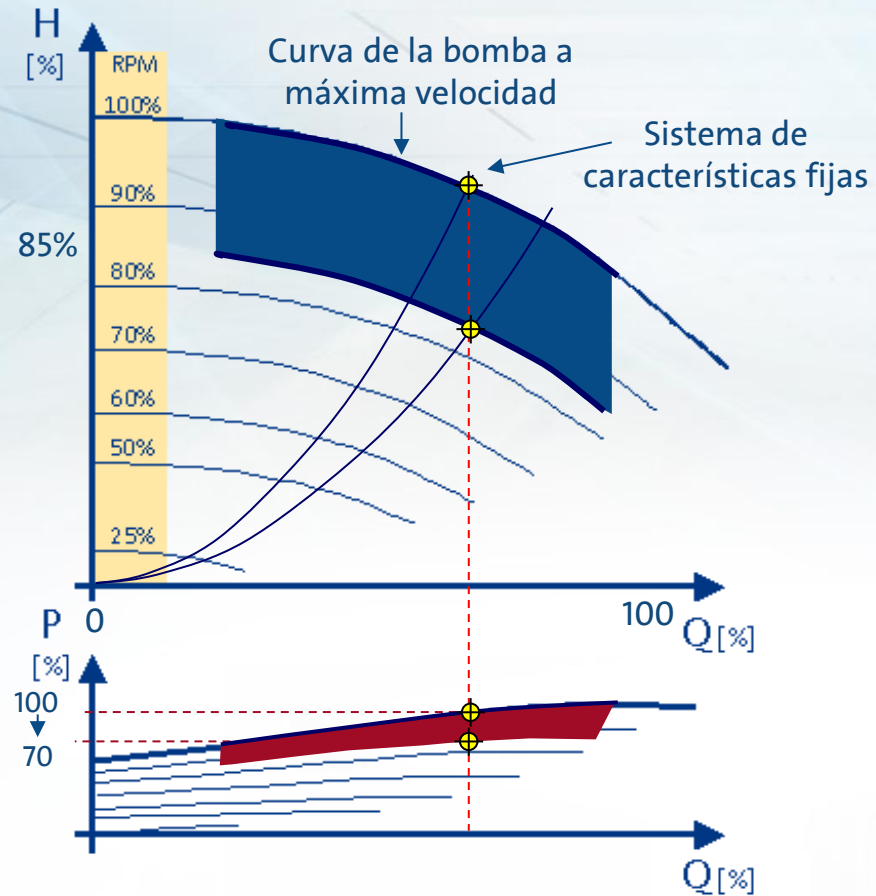
Presión proporcional externo



Control por temperatura



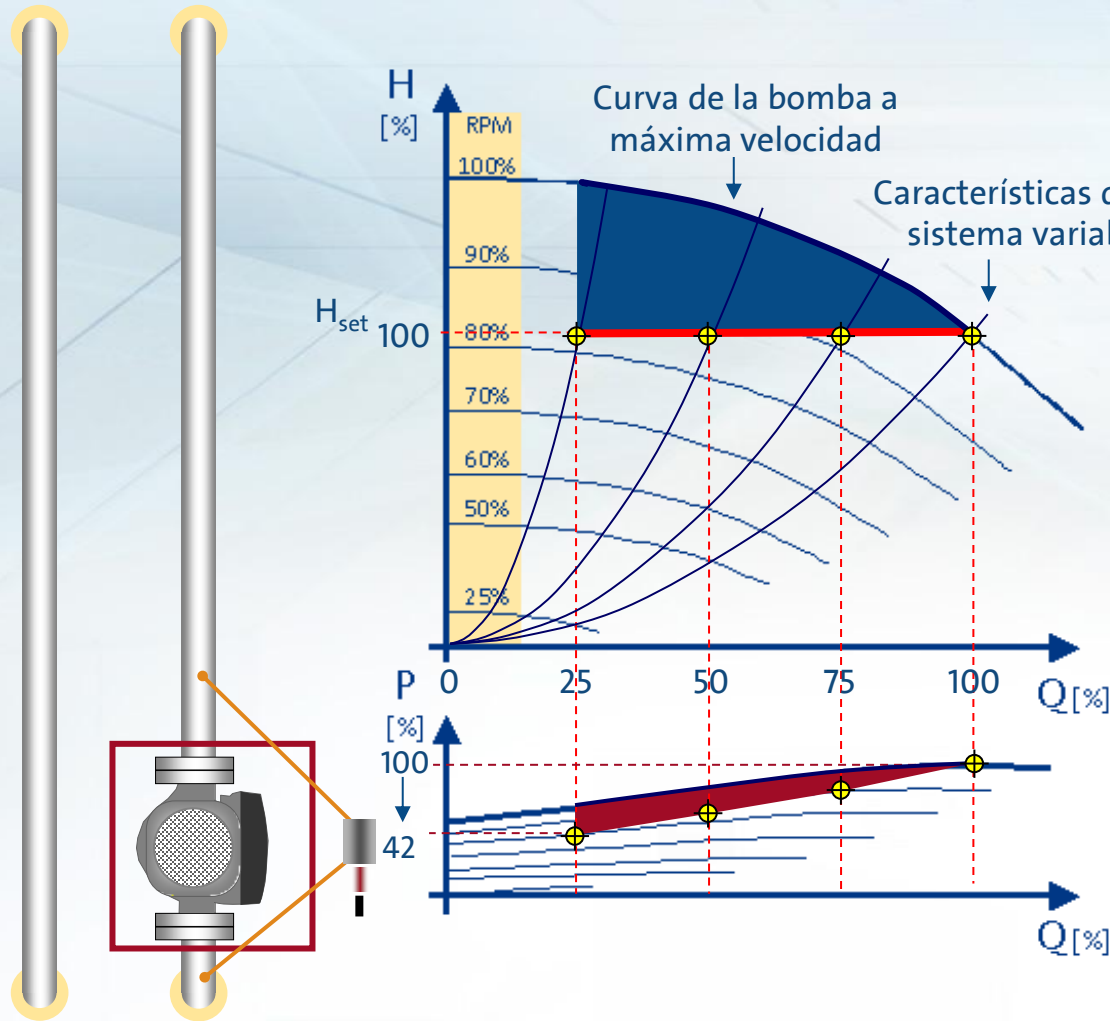
CONTROL CURVA CONSTANTE CONTROLADA



El área azul muestra la reducción de altura en comparación con una bomba no controlada.

El área roja muestra la reducción de potencia absorbida en comparación con una bomba no controlada.

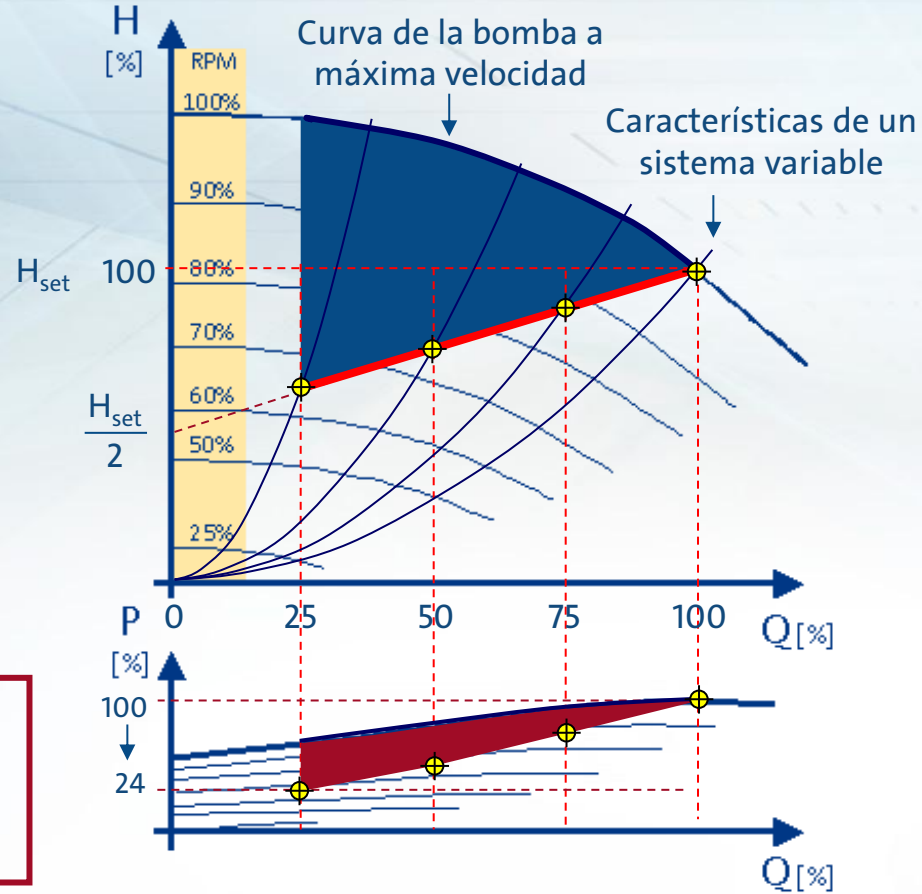
CONTROL DE PRESIÓN DIFERENCIAL CONSTANTE



El área azul muestra la reducción de altura en comparación con una bomba no controlada.

El área roja muestra la reducción de potencia absorbida en comparación con una bomba no controlada.

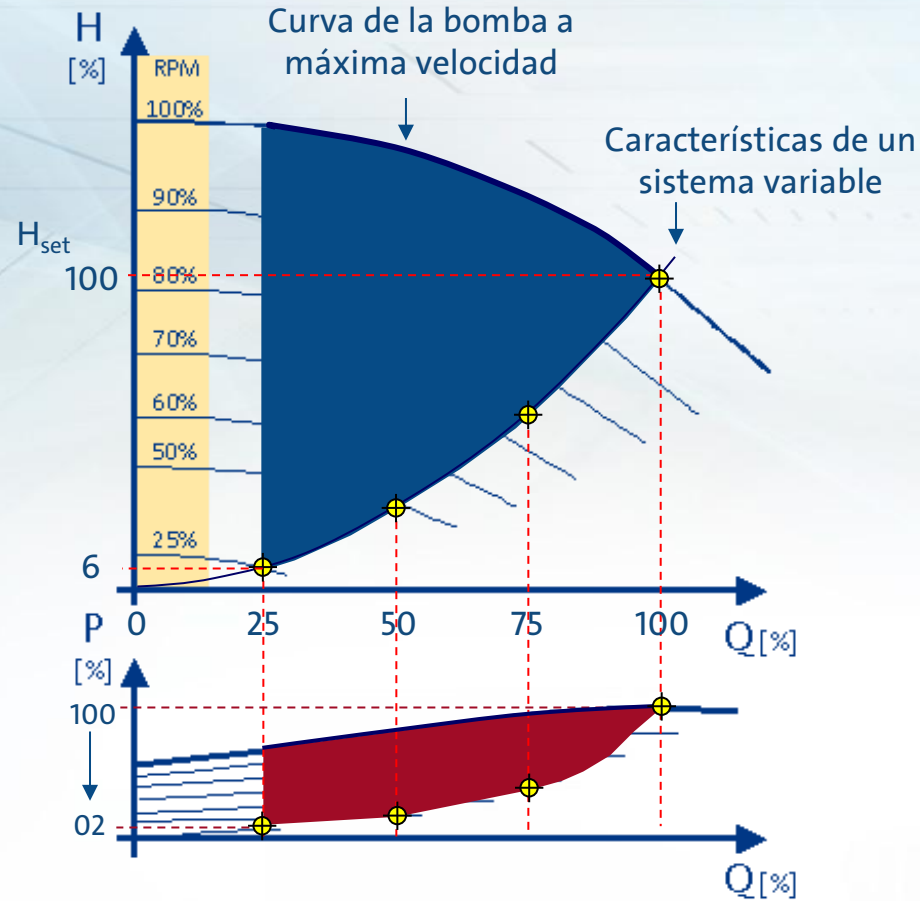
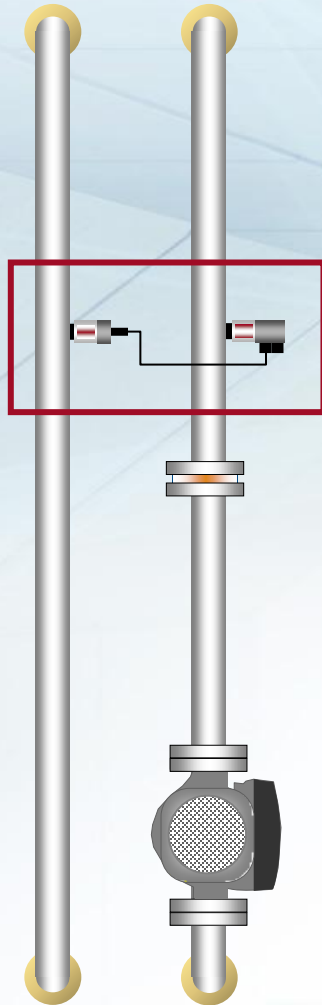
CONTROL DE PRESIÓN DIFERENCIAL PROPORCIONAL INTEGRADA EN BOMBA



El área azul muestra la reducción de altura en comparación con una bomba no controlada.

El área roja muestra la reducción de potencia absorbida en comparación con una bomba no controlada.

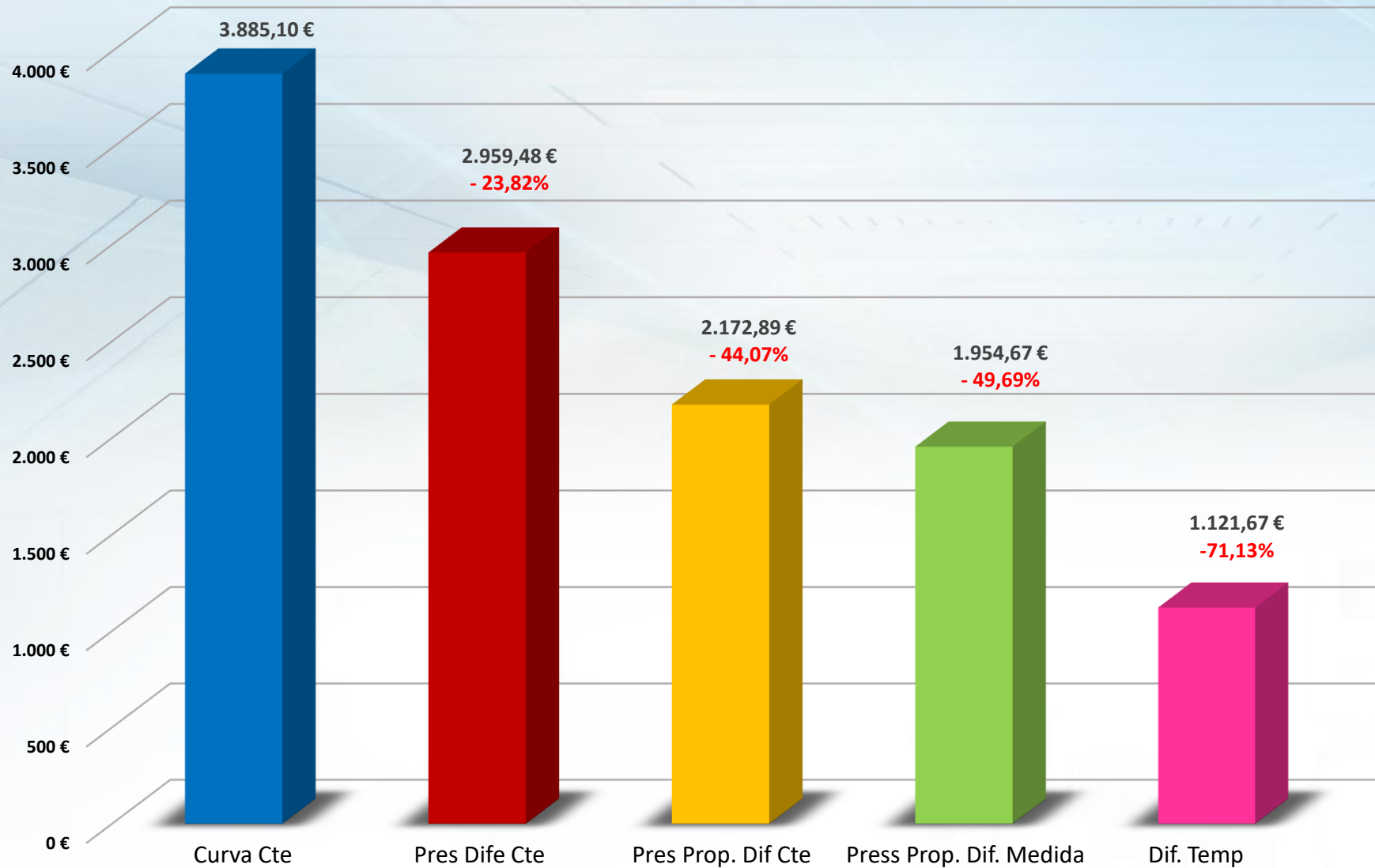
CONTROL DE TEMPERATURA DIFERENCIAL CONSTANTE



El área azul muestra la reducción de altura en comparación con una bomba no controlada.

El área roja muestra la reducción de potencia absorbida en comparación con una bomba no controlada.

AHORROS ENERGÉTICOS ANUALES (Ejemplo real Hotel en €)



Comparación de Sistemas de Equilibrado Hidráulico



Equilibrado manual (no recomendado en este caso)

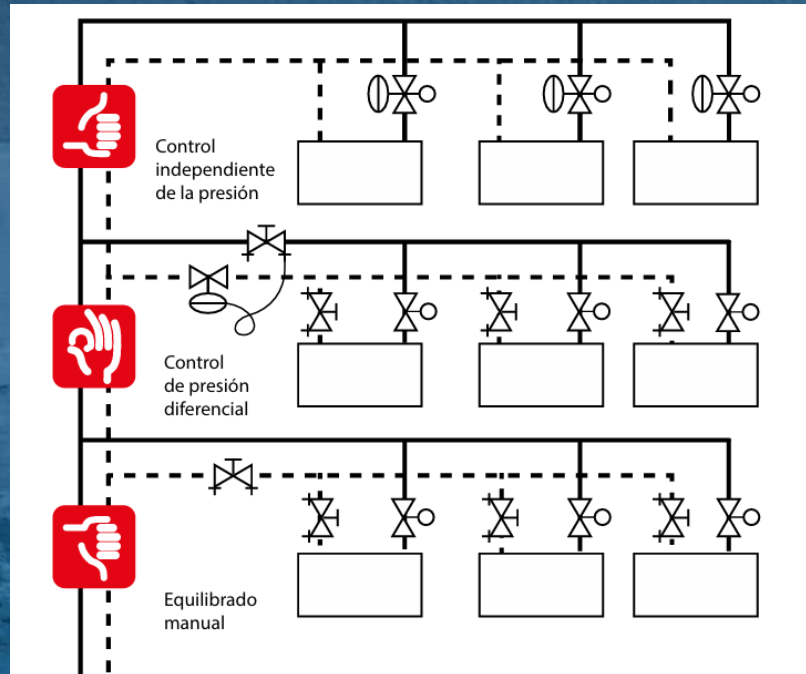
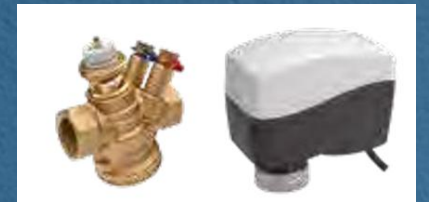
Los elementos estáticos no se adaptan a sistemas de caudal variable. En carga parcial se produce sobrecaudal en las válvulas de control debido a la menor caída de presión en la red.

Control por presión diferencial (dp) (solución aceptable)

La estabilización de presión se sitúa más cerca de las válvulas de control, reduciendo el sobrecaudal. Su eficacia depende de la ubicación de la válvula de dp: cuanto más próxima a la válvula de control, mejor el rendimiento.

Válvulas independientes de la presión (PICV) (solución recomendada)

La regulación de presión se realiza directamente en la válvula de control. Se garantiza autoridad total y se elimina todo el caudal innecesario, logrando el sistema más eficiente.





Better
Heating
Systems

**Puesta en marcha
y conclusiones**

Errores comunes y buenas prácticas



Errores comunes en bombeo

Errores frecuentes incluyen selección incorrecta del modo de control y sobredimensionado de consignas de presión.

Las bombas inteligentes intentan ir a la menor velocidad posible, si las válvulas de equilibrado no tienen suficiente autoridad, el resultado siempre es deficiente (por consumo o por ruidos).

Las bombas Grundfos pueden trabajar con el 10% del caudal nominal 24x7

Falta de coordinación

La falta de coordinación entre válvulas y bomba reduce la eficiencia y anula beneficios del sistema. Es un error recurrente en reformas, donde ponemos una bomba de caudal variable y no se cambian las válvulas de equilibrado

Buenas prácticas recomendadas

Se recomienda usar datos realistas, medir caudales y presiones, y revisar el sistema tras semanas de uso.

Combinar Bombas de caudal variable válvulas PIVC en los terminales (Podemos superar el 30% de Ahorro)

Colaboración clave

La colaboración entre proyectista, instalador y explotador es esencial para alcanzar la eficiencia del sistema.



Confort interior reducido

Calentamiento desigual de la vivienda con habitaciones o zonas que están demasiado frías o demasiado calientes



Mayores costes energéticos

Una menor eficiencia en el sistema de calefacción debido a un ajuste incorrecto o falta de equilibrio conduce a mayores costes energéticos



Sistema ruidoso

Un caudal demasiado alto en el sistema puede generar ruido en tuberías y válvulas



Desgaste acelerado

Un flujo excesivamente alto acelera el envejecimiento de los equipos

Caso tipo de ahorro y mensajes clave



Sustitución de bomba fija por variable

Cambiar bombas de caudal fijo por variables puede superar ahorros energéticos del 30 % en sistemas de bombeo.

Importancia del equilibrado hidráulico

El equilibrado hidráulico es fundamental para lograr eficiencia y correcto funcionamiento en instalaciones de bombeo.

Ventajas de las válvulas PIVC en sistemas

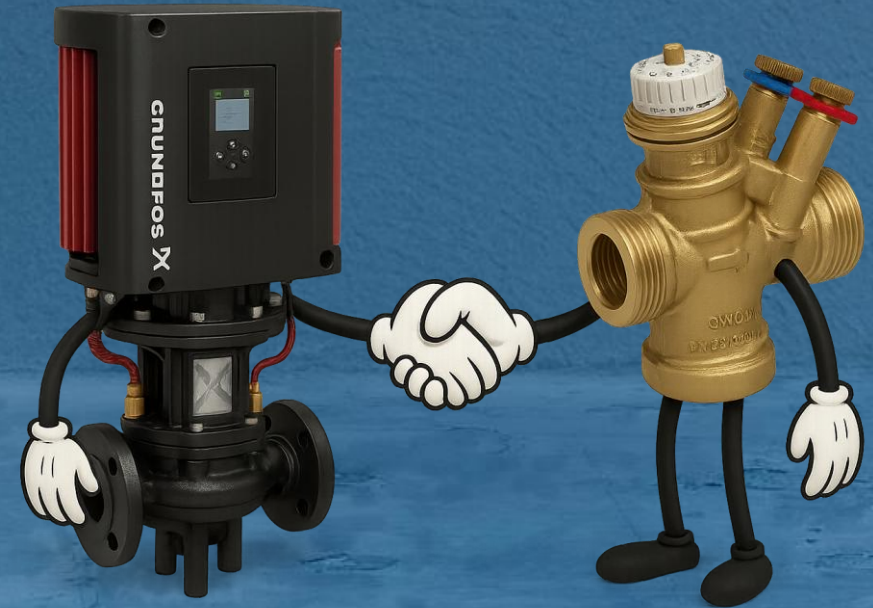
Las válvulas PIVC simplifican diseño, puesta en marcha y operación, mejorando el rendimiento del sistema.

Puesta en marcha correcta

Una puesta en marcha adecuada es esencial para asegurar que se materialicen los ahorros energéticos teóricos.

Cumplimiento de normativas Españolas y Europeas

El cumplimiento de las normativas cada vez más concienciadas en el ahorro energético nos dirige a equilibrar mejor nuestros circuitos sobre todo de climatización



Gracias por su atención.



[Valoración de la formación y solicitud de diploma](#)

Nombre del curso : Equilibrado hidráulico

Formador: Jordi Caballol Pérez

icaballol@grundfos.com